

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-232644

(43)公開日 平成8年(1996)9月10日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/18	Z A B		F 0 1 N 3/18	Z A B C
				Z A B B
				Z A B Z
3/08	Z A B		3/08	Z A B A
3/24	Z A B		3/24	Z A B E
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 24 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平7-40652

(22)出願日 平成7年(1995)2月28日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 加藤 健治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 浅沼 孝充

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 木原 哲郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

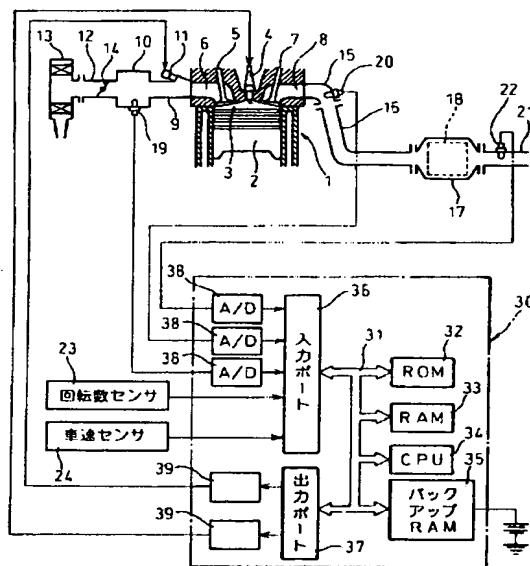
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【目的】 NO_x 吸収剤の劣化の度合を正確に検出する。

【構成】 機関排気通路内にNO_x 吸収剤18を配置する。NO_x 吸収剤18下流の機関排気通路内に空燃比に比例した電流が発生するO₂ センサ22を配置する。NO_x 吸収剤18が最大NO_x 吸収量となるまでリーン混合気を燃焼させてNO_x をNO_x 吸収剤18に吸収させる。NO_x 吸収剤18からNO_x を放出すべく混合気空燃比をリッチにしてからNO_x の放出作用が完了するまでの時間をO₂ センサの発生電流値から計測し、この時間からNO_x 吸収剤18の劣化の度合を求める。



15...排気マニホールド
18...NO_x 吸収剤
20, 22...O₂ センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流入する排気ガスの空燃比がリーンのと
きに NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッ
チになると吸収した NO_x を放出する NO_x 吸収剤を機
関排気通路内に配置し、排気ガスの空燃比に比例したレ
ベルの出力を発生する空燃比センサを NO_x 吸収剤下流
の排気通路内に配置した内燃機関において、 NO_x 吸収
剤に吸収されていると推定される推定 NO_x 量を求める
 NO_x 量推定手段と、 NO_x 吸収剤の NO_x 吸収量が最
大 NO_x 吸収量になっていると推定しうる判定レベルを
上記推定 NO_x 量が越えたか否かを判別する判別手段
と、上記推定 NO_x 量が上記判定レベルを越えたときに
 NO_x 吸収剤から NO_x を放出すべく NO_x 吸収剤に流
入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換える
空燃比切換手段とを具備し、排気ガスの空燃比がリーン
からリッチに切換えられたときに空燃比センサの出力レ
ベルが NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x 量に応じた
異なる出力レベルの変化過程を経てリーン空燃比に対応
する出力レベルからリッチ空燃比に対応する出力レベル
まで変化し、更に上記出力レベルの変化過程の差異に基
づいて NO_x 吸収剤の劣化の度合を判断する劣化判断手
段と、 NO_x 吸収剤の劣化の度合に応じて上記判定レ
ベルを更新する判定レベル更新手段とを具備した内燃機関
の排気浄化装置。

【請求項 2】 NO_x 吸収剤の劣化の度合が大きいほど
リーン空燃比に対応する出力レベルからリッチ空燃比に
対応する出力レベルまで変化する時間が短くなり、上
記劣化判断手段は NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空
燃比のリーンからリッチへの切換時から空燃比センサの
出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルとなる
までの期間のうちの予め定められた期間の経過時間が短
くなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合が大きいと判断
する請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 上記予め定められた期間が NO_x 吸収剤
に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切
換時から空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対
応する出力レベルにほぼ一致するまでの期間である請求
項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 上記予め定められた期間が NO_x 吸収剤
に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切
換後一定期間経過した後から空燃比センサの出力レベル
がリッチ空燃比に対応する出力レベルとにほぼ一致する
までの期間である請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化
装置。

【請求項 5】 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃
比がリーンからリッチに切換えられた後において NO_x
吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がリーンからリッ
チに変化する直前に上記出力レベルが急激に変化し、上
記予め定められた期間が NO_x 吸収剤に流入する排気ガ
スの空燃比のリーンからリッチへの切換後一定期間経過

した後から上記出力レベルが急激に変化するまでの期間
である請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃
比がリーンからリッチに切換えられたときの上記出力レ
ベルの変化率が NO_x 吸収剤の劣化の度合が大きくなる
ほど大きくなり、上記劣化判断手段は上記出力レベルの
変化率が大きくなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合が大
きいと判断する請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装
置。

10 【請求項 7】 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃
比のリーンからリッチへの切換後空燃比センサの出力レ
ベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルとなるまでの
期間における上記出力レベルの時間積分値が NO_x 吸収
剤の劣化の度合が大きくなるほど小さくなり、上記劣化
判断手段は上記出力レベルの時間積分値が小さくなるほ
ど NO_x 吸収剤の劣化の度合が大きいと判断する請求項
1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】 上記劣化判断手段による NO_x 吸収剤の
劣化判断が行われた後、再び上記劣化判断手段による NO_x
20 吸収剤の劣化判断が行われるまでの間において NO_x
吸収剤からの NO_x の放出作用が行われ、この NO_x
の放出作用が行われるときの空燃比のリッチの度合に比
べて上記劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断が
行われるときの空燃比のリッチの度合を小さくするよう
にした請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 9】 NO_x 吸収剤上流の機関排気通路内に別
の空燃比センサを配置し、上記劣化判断手段による NO_x
吸収剤の劣化判断を行うときに空燃比のリッチの度合
が予め定められた度合となるように該別の空燃比センサ
30 の出力信号に基づいて空燃比がフィードバック制御される
請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 10】 上記劣化判断手段による NO_x 吸収剤
の劣化判断が行われた後、再び上記劣化判断手段による
 NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるまでの間において NO_x
吸収剤からの NO_x の放出作用が行われ、この NO_x
の放出作用の行われる周期を NO_x 吸収剤の劣化の度
合が大きくなるほど短くするようにした請求項 1 に記
載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 11】 上記劣化判断手段は NO_x 吸収剤の劣
化の判断を劣化の判断に適した予め定められた機関の運
転状態のときに行う請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄
化装置。

【請求項 12】 上記空燃比センサの出力レベルの変化
過程の差異を表わしている代表値が機関の運転状態にか
かわらずに NO_x 吸収剤の同一 NO_x 吸収量に対しては
ほぼ同一となるように該代表値を機関の運転状態に応じて
補正する補正手段を具備した請求項 1 に記載の内燃機関
の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】流入する排気ガスの空燃比がリーンなときに NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を放出する NO_x 吸収剤を機関排気通路内に配置し、通常はリーン混合気を燃焼せしめると共にこのとき発生する NO_x を NO_x 吸収剤に吸収するようにした内燃機関が公知である。この内燃機関では NO_x 吸収剤への NO_x 吸収量が一定量を越えると

NO_x 吸収剤から NO_x を放出すべく NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比が一時的にリッチにされる。 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされると NO_x 吸収剤からの NO_x 放出作用が開始される。【0003】ところがこのような NO_x 吸収剤は使用するうちに次第に劣化し、劣化すればするほど NO_x の吸収能力が低下してついには NO_x を吸収しえなくなってしまう。従ってこのような NO_x 吸収剤を用いた場合には NO_x 吸収剤がどの程度劣化しているかを検出することが必要となる。ところで NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリッチにした場合、 NO_x 吸収剤からの NO_x 放出作用が行われている間は NO_x 吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がわずかにリッチとなっており、 NO_x 吸収剤からの NO_x の放出作用が完了すると NO_x 吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がリッチになることが判明している。この場合、 NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x 量が少なくなるほど NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされた後 NO_x 吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がリッチになるまでの時間が短くなり、従ってこの時間から NO_x 吸収剤の劣化の度合を検出できることになる。

【0004】そこで NO_x 吸収剤下流の機関排気通路内に排気ガスの空燃比がリッチであるかリーンであるかを検出する空燃比センサを配置し、 NO_x 吸収剤から NO_x を放出すべく NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切替えた後、 NO_x 吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がリッチになるまでの時間を計測してこの時間から NO_x 吸収剤の劣化の度合を検出するようにした内燃機関が公知である（PCT国際公開WO94/17291号参照）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで NO_x 吸収剤の劣化の度合、即ち NO_x 吸収剤の NO_x 吸収能力を検出するためには排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切替えるときに NO_x 吸収剤が吸収しうる最大量の NO_x を吸収している必要がある。ところが上述の内燃機関では NO_x 吸収剤の吸収量が最大 NO_x 吸収量を越えているか否かは判断しておらず、 NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x 量がどの程度かわからない状態で NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに

切替えるようにしている。しかしながらこのように NO_x 吸収剤の NO_x 吸収量がわからない状態のときに NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリッチからリーンに切替えてこの切替後、 NO_x 吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がリッチになる時間を計測してもこの時間は必ずしも NO_x 吸収剤の劣化の度合を表わしていない。従って上述の公知の内燃機関では NO_x 吸収剤の劣化の度合を正確に検出するのが困難であるという問題がある。

10 【0006】

【課題を解決するための手段】1番目の発明によれば上記問題点を解決するために、流入する排気ガスの空燃比がリーンなときに NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を放出する NO_x 吸収剤を機関排気通路内に配置し、排気ガスの空燃比に比例したレベルの出力を発生する空燃比センサを NO_x 吸収剤下流の排気通路内に配置した内燃機関において、 NO_x 吸収剤に吸収されていると推定される推定 NO_x 量を求める NO_x 量推定手段と、 NO_x 吸収剤の NO_x 吸収量が最大 NO_x 吸収量になっていると推定する判定レベルを推定 NO_x 量が越えたか否かを判別する判別手段と、推定 NO_x 量が判定レベルを越えたときに NO_x 吸収剤から NO_x を放出すべく NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切替える空燃比切替手段とを具備し、排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切替えられたときに空燃比センサの出力レベルが NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x 量に応じた異なる出力レベルの変化過程を経てリーン空燃比に対応する出力レベルからリッチ空燃比に対応する出力レベルまで変化し、更に出力レベルの変化過程の差異に基づいて NO_x 吸収剤の劣化の度合を判断する劣化判断手段と、 NO_x 吸収剤の劣化の度合に応じて判定レベルを更新する判定レベル更新手段とを具備している。

【0007】2番目の発明では1番目の発明において NO_x 吸収剤の劣化の度合が大きいほどリーン空燃比に対応する出力レベルからリッチ空燃比に対応する出力レベルまで変化する時間が短くなり、劣化判断手段は NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切替時から空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルとなるまでの期間のうちの予め定められた期間の経過時間が短くなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合が大きいと判断している。

【0008】3番目の発明では2番目の発明において、予め定められた期間が NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切替時から空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルにほぼ一致するまでの期間とされる。4番目の発明では2番目の発明において、予め定められた期間が NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切替後一定期間経過した後から空燃比センサの出力レベ

ルがリッチ空燃比に対応する出力レベルにほぼ一致するまでの期間とされる。

【0009】5番目の発明では2番目の発明において、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられた後において NO_x 吸収剤から流出する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに変化する直前に出力レベルが急激に変化し、上述の予め定められた期間が NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換後一定期間経過した後から出力レベルが急激に変化するまでの期間とされる。

【0010】6番目の発明では1番目の発明において、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられたときの出力レベルの変化率が NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きくなるほど大きくなり、劣化判断手段は出力レベルの変化率が大きくなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断する。7番目の発明では1番目の発明において、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換後空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルとなるまでの期間における出力レベルの時間積分値が NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きくなるほど小さくなり、劣化判断手段は出力レベルの時間積分値が小さくなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断する。

【0011】8番目の発明では1番目の発明において、劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断が行われた後、再び劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるまでの間において NO_x 吸収剤からの NO_x の放出作用が行われ、この NO_x の放出作用が行われるときの空燃比のリッチの度合いに比べて劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるときの空燃比のリッチの度合いを小さくするようにしている。

【0012】9番目の発明では1番目の発明において、 NO_x 吸収剤上流の機関排気通路内に別の空燃比センサを配置し、劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断を行うときに空燃比のリッチの度合いが予め定められた度合いとなるようにこの別の空燃比センサの出力信号に基づいて空燃比がフィードバック制御される。10番目の発明では1番目の発明において、劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断が行われた後、再び劣化判断手段による NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるまでの間において NO_x 吸収剤からの NO_x の放出作用が行われ、この NO_x の放出作用が行われる周期を NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きくなるほど短くするようにしている。

【0013】11番目の発明では1番目の発明において、劣化判断手段は NO_x 吸収剤の劣化の判断を劣化の判断に適した予め定められた機関の運転状態のときに行うようにしている。12番目の発明では1番目の発明において、空燃比センサの出力レベルの変化過程の差異を表わしている代表値が機関の運転状態にかかわらずに NO_x 吸収剤の同一 NO_x 吸収量に対してほぼ同一となる

ように代表値を機関の運転状態に応じて補正する補正手段を具備している。

【0014】

【作用】1番目の発明では、 NO_x 吸収剤の NO_x 吸収量が最大吸収量となっておりと推定しうる判定レベルを設定し、 NO_x 吸収剤に吸収されていると推定される推定 NO_x 量がこの判定レベルを越えたときに NO_x 吸収剤への流入排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられる。このとき空燃比センサの出力レベルの変化過程の差異から NO_x 吸収剤の劣化の度合いが判断される。 NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きくなるほど NO_x 吸収剤の最大吸収量は少なくなり、従って NO_x 吸収剤の劣化の度合いに応じて判定レベルが更新される。

【0015】2番目の発明では、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換時から空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルとなるまでの期間のうちの或る期間を予め設定しておき、この期間の経過時間が短くなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断される。3番目の発明では、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換時から空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルにほぼ一致するまでの期間の経過時間が短くなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断される。

【0016】4番目の発明では、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換後一定期間経過した後から空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルにほぼ一致するまでの期間の経過時間が短くなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断される。5番目の発明では、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換後一定期間経過した後から出力レベルが急激に変化するまでの期間の経過時間が短くなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断される。

【0017】6番目の発明では、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられたときの出力レベルの変化率が大きくなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断される。7番目の発明では、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比のリーンからリッチへの切換後空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルとなるまでの期間における出力レベルの時間積分値が小さくなるほど NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きいと判断される。

【0018】8番目の発明では、 NO_x 吸収剤の劣化判断が行われた後、再び NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるまでの間においても NO_x 吸収剤からの NO_x の放出作用が行われる。この NO_x の放出作用が行われるときの空燃比のリッチの度合いに比べて NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるときの空燃比のリッチの度合いが小さくされ

【0019】9番目の発明では、 NO_x 吸収剤の劣化判断を行うときに空燃比のリッチの度合いが予め定められた度合いとなるように空燃比がフィードバック制御される。

10番目の発明では、 NO_x 吸収剤の劣化判断が行われた後、再び NO_x 吸収剤の劣化判断が行われるまでの間においても NO_x 吸収剤からの NO_x の放出作用が行われる。この NO_x の放出作用の行われる周期は NO_x 吸収剤の劣化の度合いが大きくなるほど短かくされる。

【0020】11番目の発明では、 NO_x 吸収剤の劣化の判断が劣化の判断に適した予め定められた機関の運転状態のときに行われる。12番目の発明では、空燃比センサの出力レベルの変化過程の差異を表わしている代表値が機関の運転状態にかかわらずに NO_x 吸収剤の同一 NO_x 吸収量に対してほぼ同一となるように代表値が機関の運転状態に応じて補正される。

【0021】

【実施例】図1を参照すると、1は機関本体、2はピストン、3は燃焼室、4は点火栓、5は吸気弁、6は吸気ポート、7は排気弁、8は排気ポートを夫々示す。吸気ポート6は対応する枝管9を介してサージタンク10に連結され、各枝管9には夫々吸気ポート6内に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁11が取付けられる。サージタンク10は吸気ダクト12を介してエアクリーナ13に連結され、吸気ダクト12内にはスロットル弁14が配置される。一方、排気ポート8は排気マニホールド15および排気管16を介して NO_x 吸収剤18を内蔵したケーシング17に接続される。

【0022】電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって相互に接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、常時電源に接続されたバックアップRAM 35、入力ポート36および出力ポート37を具備する。サージタンク10内にはサージタンク10内の絶対圧に比例した出力電圧を発生する圧力センサ19が配置され、この圧力センサ19の出力電圧は対応するAD変換器38を介して入力ポート35に入力される。排気マニホールド15内には空燃比センサ（以下、 O_2 センサと称する）20が配置され、この O_2 センサ20は対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。 NO_x 吸収剤18下流の排気管21内には別の空燃比センサ（以下、 O_2 センサと称する）22が配置され、この O_2 センサ22は対応するAD変換器38を介して入力ポート36に接続される。また、入力ポート36には機関回転数を表わす出力パルスを発生する回転数センサ23および車速を表わす出力パルスを発生する車速センサ24が接続される。一方、出力ポート37は対応する駆動回路39を介して夫々点火栓4および燃料噴射弁11に接続される。

【0023】図1に示す内燃機関では例えば次式に基い

て燃料噴射時間TAUが算出される。

$$TAU = TP \cdot K \cdot FAF$$

ここでTPは基本燃料噴射時間、Kは補正係数、FAFはフィードバック補正係数を夫々示す。基本燃料噴射時間TPは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を理論空燃比とするのに必要な燃料噴射時間を示している。この基本燃料噴射時間TPは予め実験により求められ、サージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図2に示すようなマップの形で予めROM 32内に記憶されている。補正係数Kは機関シリンダ内に供給される混合気の実空燃比を制御するための係数であって $K = 1.0$ であれば機関シリンダ内に供給される混合気は理論空燃比となる。これに対して $K < 1.0$ になれば機関シリンダ内に供給される混合気の実空燃比は理論空燃比よりも大きくなり、即ちリーンとなり、 $K > 1.0$ になれば機関シリンダ内に供給される混合気の実空燃比は理論空燃比よりも小さくなる、即ちリッチとなる。

【0024】フィードバック補正係数FAFは基本的には $K = 1.0$ のとき、即ち機関シリンダ内に供給される混合気の実空燃比を理論空燃比とすべきときに O_2 センサ20の出力信号に基いて空燃比を理論空燃比に正確に一致させるための係数である。このフィードバック補正係数FAFはほぼ1.0を中心として上下動しており、このFAFは混合気がリッチになると減少し、混合気がリーンになると増大する。なお、 $K < 1.0$ 又は $K > 1.0$ のときには通常FAFは1.0に固定される。

【0025】機関シリンダ内に供給すべき混合気の目標空燃比、即ち補正係数Kの値は機関の運転状態に応じて変化せしめられ、本発明による実施例では基本的には図3に示されるようにサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として予め定められている。即ち、図3に示されるように実線Rよりも低負荷側の低負荷運転領域では $K < 1.0$ 、即ち混合気がリーンとされ、実線Rと実線Sの間の高負荷運転領域では $K = 1.0$ 、即ち混合気の実空燃比が理論空燃比とされ、実線Sよりも高負荷側の全負荷運転領域では $K > 1.0$ 、即ち混合気がリッチとされる。

【0026】図4は燃焼室3から排出される排気ガス中の代表的な成分の濃度を概略的に示している。図4からわかるように燃焼室3から排出される排気ガス中の未燃HC、COの濃度は燃焼室3内に供給される混合気の実空燃比がリッチになるほど増大し、燃焼室3から排出される排気ガス中の酸素 O_2 の濃度は燃焼室3内に供給される混合気の実空燃比がリーンになるほど増大する。

【0027】ケーシング17内に収容されている NO_x 吸収剤18は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カリシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イッ

トリウムYのような希土類から選ばれた少くとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。機関吸気通路およびNO_x吸収剤18上流の排気通路内に供給された空気および燃料（炭化水素）の比をNO_x吸収剤18への流入排気ガスの空燃比と称するとこのNO_x吸収剤18は流入排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO_xを吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNO_xを放出するNO_xの吸放出作用を行う。なお、NO_x吸収剤18上流の排気通路内に燃料

（炭化水素）或いは空気が供給されない場合には流入排気ガスの空燃比は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比に一致し、従ってこの場合にはNO_x吸収剤18は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリーンのときにはNO_xを吸収し、燃焼室3内に供給される混合気中の酸素濃度が低下すると吸収したNO_xを放出することになる。

【0028】上述のNO_x吸収剤18を機関排気通路内に配置すればこのNO_x吸収剤18は実際にNO_xの吸放出作用を行うがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図5に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0029】即ち、流入排気ガスがかなりリーンになると流入排気ガス中の酸素濃度が大幅に増大し、図5

(A)に示されるようにこれら酸素O₂がO₂⁻又はO₂²⁻の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO₂⁻又はO₂²⁻と反応し、NO₂となる(2NO+O₂→2NO₂)。次いで生成されたNO₂の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら図5(A)に示されるように硝酸イオンNO₃⁻の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNO_xがNO_x吸収剤18内に吸収される。

【0030】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO₂が生成され、吸収剤のNO_x吸収能力が飽和しない限りNO₂が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO₃⁻が生成される。これに対して流入排気ガス中の酸素濃度が低下してNO₂の生成量が低下すると反応が逆方向(NO₃⁻→NO₂)に進み、斯くして吸収剤内の硝酸イオンNO₃⁻がNO₂の形で吸収剤から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下するとNO_x吸収剤18からNO_xが放出されることになる。図4に示されるように流入排気ガスのリーンの度合いが低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、従って流入排気ガスのリーンの度合いを低くすればたとえ流入排気ガスの空燃比がリーンであってもNO_x吸収剤18からNO_xが放出されることになる。

【0031】一方、このとき燃焼室3内に供給される混合気がリッチにされて流入排気ガスの空燃比がリッチになると図4に示されるように機関からは多量の未燃HC、COが排出され、これら未燃HC、COは白金Pt上の酸素O₂⁻又はO₂²⁻と反応して酸化せしめられる。また、流入排気ガスの空燃比がリッチになると流入排気ガス中の酸素濃度が極度に低下するために吸収剤からNO₂が放出され、このNO₂は図5(B)に示されるように未燃HC、COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO₂が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO₂が放出される。従って流入排気ガスの空燃比をリッチにすると短時間のうちにNO_x吸収剤18からNO_xが放出されることになる。

【0032】即ち、流入排気ガスの空燃比をリッチにするとまず始めに未燃HC、COが白金Pt上のO₂⁻又はO₂²⁻とただちに反応して酸化せしめられ、次いで白金Pt上のO₂⁻又はO₂²⁻が消費されてもまだ未燃HC、COが残っていればこの未燃HC、COによって吸収剤から放出されたNO_xおよび機関から排出されたNO_xが還元せしめられる。従って流入排気ガスの空燃比をリッチにすれば短時間のうちにNO_x吸収剤18に吸収されているNO_xが放出され、しかもこの放出されたNO_xが還元されるために大気中にNO_xが排出されるのを阻止することができることになる。

【0033】上述したようにリーン混合気が燃焼せしめられるとNO_xがNO_x吸収剤18に吸収される。しかしながらNO_x吸収剤18のNO_x吸収能力には限度があり、NO_x吸収剤18のNO_x吸収能力が飽和すればNO_x吸収剤18はもはやNO_xを吸収しえなくなる。従ってNO_x吸収剤18のNO_x吸収能力が飽和する前にNO_x吸収剤18からNO_xを放出させる必要があり、そのためにはNO_x吸収剤18にどの程度のNO_xが吸収されているかを推定する必要がある。次にこのNO_x吸収量の推定方法について説明する。

【0034】リーン混合気が燃焼せしめられているときには機関負荷が高くなるほど単位時間当り機関から排出されるNO_x量が増大するために単位時間当りNO_x吸収剤18に吸収されるNO_x量が増大し、また機関回転数が高くなるほど単位時間当り機関から排出されるNO_x量が増大するために単位時間当りNO_x吸収剤18に吸収されるNO_x量が増大する。従って単位時間当りNO_x吸収剤18に吸収されるNO_x量は機関負荷と機関回転数の関数となる。この場合、機関負荷はサージタンク10内の絶対圧でもって代表することができるので単位時間当りNO_x吸収剤18に吸収されるNO_x量はサージタンク10内の絶対圧PMと機関回転数Nの関数となる。従って本発明による実施例では単位時間当りNO_x吸収剤18に吸収されるNO_x量NOXAを絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として予め実験により求め、このNO_x吸収量NOXAがPMおよびNの関数として

図6(A)に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0035】一方、機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比が理論空燃比又はリッチになると NO_x 吸収剤18から NO_x が放出されるがこのときの NO_x 放出量は主に排気ガス量と空燃比の影響を受ける。即ち、排気ガス量が増大するほど単位時間当り NO_x 吸収剤18から放出される NO_x 量が増大し、空燃比がリッチとなるほど単位時間当り NO_x 吸収剤18から放出される NO_x 量が増大する。この場合、排気ガス量、即ち吸入空気量と機関回転数Nとサージタンク10内の絶対圧PMとの積でもって代表することができ、従って図7(A)に示されるように単位時間当り NO_x 吸収剤18から放出される NO_x 量NOXDはN・PMが大きくなるほど増大する。また、空燃比は補正係数Kの値に対応しているので図7(B)に示されるように単位時間当り NO_x 吸収剤18から放出される NO_x 量NOXDはKの値が大きくなるほど増大する。この単位時間当り NO_x 吸収剤18から放出される NO_x 量NOXDはN・PMとKの関数として図6(B)に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0036】上述したようにリーン混合気が燃焼せしめられたときには単位時間当りの NO_x 吸収量がNOXAで表わされ、理論空燃比の混合気又はリッチ混合気が燃焼せしめられたときには単位時間当りの NO_x 放出量はNOXDで表わされるので NO_x 吸収剤18に吸収されていると推定される NO_x 量ΣNOXは次式で表わされることになる。

【0037】 $\Sigma \text{NOX} = \Sigma \text{NOX} + \text{NOXA} - \text{NOXD}$
そこで本発明による実施例では図8に示されるようにN O_x 吸収剤18に吸収されていると推定される NO_x 量ΣNOXが許容最大値MAXに達したときには混合気

の空燃比を一時的にリッチにし、それによって NO_x 吸収剤18から NO_x を放出させるようにしている。

【0038】ところが排気ガス中には SO_x が含まれており、 NO_x 吸収剤18には NO_x ばかりでなく SO_x も吸収される。この NO_x 吸収剤18への SO_x の吸収メカニズムは NO_x の吸収メカニズムと同じであると考えられる。即ち、 NO_x の吸収メカニズムを説明したときと同様に担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明すると、前述したように流入排気ガスの空燃比がリーンのときには酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着しており、流入排気ガス中の SO_2 は白金Ptの表面で O_2^- 又は O^{2-} と反応して SO_3 となる。次いで生成された SO_3 の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、硫酸イオン SO_4^{2-} の形で吸収剤内に拡散し、安定した硫酸塩BaSO₄を生成する。

【0039】しかしながらこの硫酸塩BaSO₄は安定

していて分解しづらく、図8に示されるような短時間だけ混合気空燃比をリッチにしてもほとんど全ての硫酸塩BaSO₄は分解されずにそのまま残る。従って NO_x 吸収剤18内には時間が経過するにつれて硫酸塩BaSO₄が増大することになり、斯くして時間が経過するにつれて NO_x 吸収剤18が吸収しうる最大 NO_x 吸収量が次第に低下することになる。即ち、云い換えると時間が経過するにつれて NO_x 吸収剤18が次第に劣化することになる。 NO_x 吸収剤18が吸収しうる最大 NO_x 吸収量が低下すると NO_x 吸収剤18への NO_x 吸収量が少ないうちに NO_x 吸収剤18から NO_x を放出させる必要があり、そのためにはまず NO_x 吸収剤18が吸収しうる最大 NO_x 吸収量、即ち NO_x 吸収剤18の劣化の度合を正確に検出することが必要となる。

【0040】本発明では NO_x 吸収剤18が吸収しうる最大 NO_x 吸収量、即ち NO_x 吸収剤18の劣化の度合を O_2 センサ22により検出された空燃比から検出するようにしており、以下このことについて説明する。即ち、燃焼室3内に供給される混合気がリッチになると図5に示されるように燃焼室3からは酸素 O_2 、および未燃HC、COを含んだ排気ガスが排出されるがこの酸素 O_2 と未燃HC、COとはほとんど反応せず、斯くしてこの酸素 O_2 は NO_x 吸収剤18を通り過ぎて NO_x 吸収剤18から排出されることになる。一方、燃焼室3内に供給される混合気がリッチになると NO_x 吸収剤18から NO_x が放出される。このとき排気ガス中に含まれる未燃HC、COは放出された NO_x を還元するために使用されるので NO_x 吸収剤18から NO_x が放出されている間は NO_x 吸収剤18から全く未燃HC、COが排出されないことになる。従って NO_x 吸収剤18から NO_x が放出され続けている間は NO_x 吸収剤18から排出される排気ガス中には酸素 O_2 が含まれているが未燃HC、COが全く含まれておらず、従ってこの間は NO_x 吸収剤18から排出される排気ガスの空燃比はわずかにばかりリーンとなっている。次いで NO_x 吸収剤18に吸収されている全 NO_x が放出されると排気ガス中に含まれている未燃HC、COは NO_x 吸収剤18内で NO_x の還元のために使用されることなくそのまま NO_x 吸収剤18から排出される。従ってこのとき NO_x 吸収剤18から排出される排気ガスの空燃比がリッチとなる。即ち、 NO_x 吸収剤18に吸収されている全 NO_x が放出されると NO_x 吸収剤18から排出される排気ガスがリーンからリッチに変化することになる。この場合、 NO_x 吸収剤18に吸収されていた NO_x 量は NO_x 吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられ後、 NO_x 吸収剤18から排出される排気ガスの空燃比がリッチになるまでの経過時間におおよそ比例しており、従ってこの経過時間から NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量がわかることになる。次にこのことについてもう少し詳しく説明する。

【0041】図1に示す O_2 センサ22は排気通路内に配置されたジルコニアからなるカップ状の筒状体からなり、この筒状体の内側面上には白金薄膜からなる陽極が、この筒状体の外側面上には白金薄膜からなる陰極が夫々形成されている。陰極は多孔質層により覆われており、陰極と陽極間には一定電圧が印加される。この O_2 センサ22では図9に示されるように空燃比 A/F に比例した電流 I (mA) が陰極と陽極間に流れる。なお、図9において I は空燃比 A/F が理論空燃比($=14.6$)のときの電流値を示している。図9からわかるように空燃比 A/F がリーンなときには電流値 I は $I > 1$ の範囲で空燃比 A/F が大きくなるほど増大し、空燃比 A/F がほぼ13.0以下のリッチになれば電流値 I は零となる。

【0042】図10は NO_x 吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比(A/F) $_{in}$ の変化と、 O_2 センサ22の陰極と陽極間を流れる電流 I の変化と、 NO_x 吸収剤18から流出した排気ガスの空燃比(A/F) $_{out}$ の変化とを示している。図10に示されるように NO_x 吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比(A/F) $_{in}$ がリーンからリッチに切換えられて NO_x 吸収剤18からの NO_x 放出作用が開始されると NO_x 吸収剤18から流出した排気ガスの空燃比(A/F) $_{out}$ は理論空燃比近くまで急速に小さくなり、従って電流値 I は1.0近くまで急速に減少する。次いで NO_x 吸収剤18からの NO_x 放出作用が行われている間、 NO_x 吸収剤18から流出した排気ガスの空燃比(A/F) $_{out}$ はわずかにリッチの状態に保持され、従って電流値 I は1.0よりもわずかに大きな値に保持される。次いで NO_x 吸収剤18に吸収されている全 NO_x が放出されると NO_x 吸収剤18から流出した排気ガスの空燃比(A/F) $_{out}$ は急速に小さくなってリッチとなり、従って電流値 I は急速に零まで下降する。

【0043】図11は NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量が異なる場合の電流値 I の変化を示している。なお、図11において各数値は NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量を示している。図11に示されるように NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量が異なるとそれに伴って電流値 I の変化過程が異なり、従ってこの変化過程の差異から NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量がわかることになる。この変化過程の差異を代表している代表値の一つとして NO_x 吸収剤18から排出された排気ガスの空燃比(A/F) $_{in}$ がリーンからリッチに切換えられた後、電流値 I がほぼ零となるまでの経過時間 t があり、図11からわかるように NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量が少なくなるほどこの経過時間 t が短くなる。従ってこの経過時間 t から NO_x 吸収剤18に吸収されている NO_x 量を知ることができる。

【0044】ところで NO_x 吸収剤18が吸収しうる最

大 NO_x 吸収量、即ち NO_x 吸収剤18の劣化の度合を検出するためには NO_x 吸収剤18の NO_x 吸収量が最大 NO_x 吸収量となっているときに排気ガスの空燃比(A/F) $_{in}$ をリーンからリッチに切換え、このときの経過時間 t を求める必要がある。図8においてSATは NO_x 吸収剤18の NO_x 吸収量が最大 NO_x 吸収量となっていると推定される判定レベルを示しており、本発明による実施例では NO_x 吸収剤18に吸収されていると推定される NO_x 量 ΣNO_x がこの判定レベルSATを越えたときに NO_x 吸収剤18の劣化を判定するために空燃比が一時的にリッチとされ、このときの電流値 I の経過時間 t から NO_x 吸収剤18が吸収しうる最大 NO_x 吸収量、即ち NO_x 吸収剤18の劣化の度合を求めるようにしている。

【0045】なお、図8に示されるように NO_x 量 ΣNO_x に対する許容最大値MAXは判定レベルSATよりも小さな値に設定されており、 ΣNO_x が許容最大値MAXに達したときには NO_x 吸収剤18の劣化判断は行わずに NO_x 吸収剤18からの NO_x 放出作用のみが行われる。 NO_x 吸収剤18からの NO_x 放出作用のみが行われる頻度は NO_x 吸収剤18の劣化判断が行われる頻度に比べて高く、従って NO_x 吸収剤18の劣化判断が行われた後、次の NO_x 吸収剤18の劣化判断が行われるまでに複数回の NO_x 放出作用が行われる。

【0046】 O_2 センサ22の陰極と陽極間を流れる電流 I は電圧に変換されて入力ポート36内に入力され、電子制御ユニット30内ではこの電圧を再び対応する電流値 I に変換してこの電流値 I に基づき空燃比の制御が行われる。図12および図13は図11に示す電流値 I の経過時間 t から NO_x 吸収剤18の劣化の度合を判断する空燃比制御ルーチンを示しており、このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。

【0047】図12および図13を参照すると、まず初めにステップ100において図2に示す関係から基本燃料噴射時間TPが算出される。次いでステップ101では NO_x 吸収剤18の劣化の度合を判断すべきであることを示す劣化判定フラグがセットされているか否かが判別される。劣化判定フラグがセットされていないときにはステップ102に進んで NO_x 吸収剤18から NO_x を放出すべきであることを示す NO_x 放出フラグがセットされているか否かが判別される。 NO_x 放出フラグがセットされていないときにはステップ103に進む。

【0048】ステップ103では図3に基づき補正係数Kが算出される。次いでステップ104では補正係数Kが1.0であるか否かが判別される。K=1.0のとき、即ち混合気空燃比を理論空燃比とすべきときにはステップ125に進んで空燃比のフィードバック制御Iが行われる。このフィードバック制御Iは図14に示されている。一方、K=1.0でないときにはステップ105に進んで補正係数Kが1.0よりも小さいか否かが

判別される。 $K < 1.0$ のとき、即ちリーン混合気の空燃比をリーンとすべきときにはステップ126に進んで空燃比のフィードバック制御IIが行われる。このフィードバック制御IIは図16に示されている。一方、 $K < 1.0$ でないときにはステップ106に進んでFAFが1.0に固定され、次いでステップ107に進む。ステップ107では次式に基づいて燃料噴射時間TAUが算出される。

$$[0049] \quad TAU = TP \cdot K \cdot FAF$$

次いでステップ108では補正係数Kが1.0よりも小さいか否かが判別される。 $K < 1.0$ のとき、即ちリーン混合気を燃焼すべきときにはステップ109に進んで図6(A)からNO_x吸収量NOXAが算出される。次いでステップ110ではNO_x放出量NOXDが零とされ、次いでステップ113に進む。これに対してステップ108において $K \geq 1.0$ であると判別されたとき、即ち理論空燃比の混合気又はリッチ混合気を燃焼すべきときにはステップ111に進んで図6(B)からNO_x放出量NOXDが算出される。次いでステップ112ではNO_x吸収量NOXAが零とされ、次いでステップ113に進む。ステップ113では次第に基づいてNO_x吸収剤18に吸収されていると推定されるNO_x量 ΣNOX が算出される。

【0050】 $\Sigma NOX = \Sigma NOX + NOXA - NOXD$
次いでステップ114では ΣNOX が負になったか否かが判別され、 $\Sigma NOX < 0$ になったときにはステップ115に進んで ΣNOX が零とされる。次いでステップ116では現在の車速SPが ΣSP に加算される。この ΣSP は車両の累積走行距離を示している。次いでステップ117では累積走行距離 ΣSP が設定値SP。よりも大きいかが判別される。 $\Sigma SP \leq SP$ のときにはステップ118に進んで ΣNOX が許容最大値MAX(図8)を越えたか否かが判別される。 $\Sigma NOX > MAX$ になったときにはステップ123に進んでNO_x放出フラグがセットされる。

【0051】一方、ステップ117で $\Sigma SP > SP$ であると判別されたときにはステップ120に進んでNO_x吸収剤18に吸収されていると推定されるNO_x量 ΣNOX が判定レベルSAT(図8)よりも大きくなったか否かが判別される。 $\Sigma NOX > SAT$ になったときにはステップ121に進んで劣化判定フラグがセットされ、次いでステップ122において ΣSP が零とされる。

【0052】劣化判定フラグがセットされるとステップ101からステップ123に進んで劣化判定が行われる。この劣化判定は図18に示されている。一方、NO_x放出フラグがセットされるとステップ102からステップ124に進んでNO_x放出処理が行われる。このNO_x放出処理は図17に示されている。次に図12のステップ125において行われるフィードバック制御I、

即ちO₂センサ20の出力信号に基づいて空燃比を理論空燃比に維持するためのフィードバック制御について図14および図15を参照しつつ説明する。

【0053】図15に示されるようにO₂センサ20は混合気がリッチのときには0.9(V)程度の出力電圧Vを発生し、混合気がリーンのときには0.1(V)程度の出力電圧Vを発生する。図14に示すフィードバック制御IはこのO₂センサ20の出力信号に基づいて行われる。図14を参照するとまず初めにステップ130においてO₂センサ20の出力電圧Vが0.45(V)程度の基準電圧V_rよりも小さいか否かが判別される。 $V \leq V_r$ のとき、即ち空燃比がリーンのときにはステップ131に進んでディレイカウント値CDLが1だけディクリメントされる。次いでステップ132ではディレイカウント値CDLが最小値TDRよりも小さくなったか否かが判別され、 $CDL < TDR$ になったときにはステップ133に進んでCDLをTDRとした後ステップ137に進む。従って図15に示されるように $V \leq V_r$ になるとディレイカウント値CDLが徐々に減少せしめられ、次いでCDLは最小値TDRに維持される。

【0054】一方、ステップ130において $V > V_r$ であると判別されたとき、即ち空燃比がリッチのときにはステップ134に進んでディレイカウント値CDLが1だけインクリメントされる。次いでステップ135ではディレイカウント値CDLが最大値TDLよりも大きくなったか否かが判別され、 $CDL > TDL$ になったときにはステップ136に進んでCDLをTDLとした後ステップ137に進む。従って図15に示されるように $V > V_r$ になるとディレイカウント値CDLが徐々に増大せしめられ、次いでCDLは最大値TDLに維持される。

【0055】ステップ137では前回の処理サイクルから今回の処理サイクルの間にディレイカウント値CDLの符号が正から負へ又は負から正へ反転したか否かが判別される。ディレイカウント値CDLの符号が反転したときにはステップ138に進んで正から負への反転か否か、即ちリッチからリーンへの反転であるか否かが判別される。リッチからリーンへの反転のときにはステップ139に進んでフィードバック補正係数FAFにリッチスキップ値RSRが加算され、斯くして図15に示されるようにFAFはリッチスキップ値RSRだけ急激に増大せしめられる。これに対してリーンからリッチへの反転のときにはステップ140に進んでFAFからリーンスキップ値RSLが減算され、斯くして図15に示されるようにFAFはリーンスキップ値RSLだけ急激に減少せしめられる。

【0056】一方、ステップ137においてディレイカウント値CDLの符号が反転していないと判別されたときにはステップ141に進んでディレイカウント値CDLが負であるか否かが判別される。 $CDL \leq 0$ のときに

はステップ142に進んでフィードバック補正係数FAFにリッチ積分値KIR ($KIR < RSR$) が加算され、斯くして図15に示されるようにFAFは徐々に増大せしめられる。一方、 $CDL > 0$ のときにはステップ143に進んでFAFからリーン積分値KILが減算され、斯くして図15に示されるようにFAFは徐々に減少せしめられる。このようにして空燃比が理論空燃比に制御される。

【0057】次に図12のステップ126において行われるフィードバック制御II、即ち O_2 センサ22の電流値Iに基いて空燃比を補正係数Kに対応した目標リーン空燃比に維持するためのフィードバック制御について図16を参照しつつ説明する。図16を参照するとまず初めにステップ150において図9に示す関係から目標リーン空燃比に対応した目標電流値I₀が算出される。次いでステップ151では O_2 センサ22の電流値Iが目標電流値I₀よりも大きいかが判別される。 $I > I_0$ のときにはステップ152に進んでフィードバック補正係数FAFに一定値 ΔF が加算され、 $I \leq I_0$ のときにはステップ153に進んでフィードバック補正係数FAFから一定値 ΔF が減算される。このようにして空燃比が目標リーン空燃比に維持される。

【0058】次に図12のステップ124において行われる NO_x 放出制御について図17を参照しつつ説明する。図17を参照するとまず初めにステップ160において補正係数Kが例えば1.3程度の一定値KKとされる。次いでステップ161ではフィードバック補正係数FAFが1.0に固定される。従って図17の NO_x 放出処理が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ162では O_2 センサ22の電流値Iが予め定められた一定値 α (図11)よりも低下したかが判別される。 $I < \alpha$ になるとステップ163に進んで NO_x 放出フラグがリセットされ、斯くして混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態により定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ164では ΣNOX が零とされる。

【0059】次に図12のステップ123において行われる劣化判定について図18を参照しつつ説明する。図18を参照するとまず初めにステップ170において補正係数Kが例えば1.3程度の一定値KKとされる。次いでステップ171ではフィードバック補正係数FAFが1.0に固定される。従って図18の劣化判定が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ172では経過時間tが1だけインクリメントされる。次いでステップ175では O_2 センサ22の電流値Iが予め定められた一定値 α (図11)よりも低下したかが判別される。 $I < \alpha$ になるとステップ174に進んで図19(A)に示す関係から経過時間tに基づいて NO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。図19

(A)に示されるように経過時間tが短いほど NO_x

吸収剤18の劣化度が大きくなる。この NO_x 吸収剤18の劣化度が予め定められた値を越えると例えば警告灯が点灯せしめられる。

【0060】次いでステップ175では図19(B)に示す関係から経過時間tに基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{max} が算出される。図19(B)に示されるように最大 NO_x 吸収量 W_{max} は経過時間tが長くなるほど大きくなる。次いでステップ176では最大 NO_x 吸収量 W_{max} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベルSAT ($= 1.1 \cdot W_{max}$) が算出される。即ち、 NO_x 吸収剤18の劣化の度合いに応じて判定レベルSATが更新される。 NO_x 吸収剤18の劣化が時間の経過と共に進行するものとすれば次に NO_x 量 ΣNOX が判定レベルSATを越えたときには NO_x 吸収剤18の NO_x 吸収量は必ず最大 NO_x 吸収量となっており、従ってこの判定レベルSATは NO_x 吸収剤18の NO_x 吸収量が最大 NO_x 吸収量になっていると推定しうる NO_x 量 ΣNOX を表わしている。

【0061】判定レベルSATを求めるには無論のこと1.1以外の別の数値を最大 NO_x 吸収量 W_{max} に乗算してもよく、1.0以上の任意の数値を最大 NO_x 吸収量 W_{max} に乗算することによって判定レベルSATを求めることができる。ただし、最大 NO_x 吸収量 W_{max} に乗算する数値を大きくしすぎると NO_x 吸収剤18の NO_x 吸収量が最大 NO_x 吸収量となった後、 NO_x の放出作用が行われるまでの時間が長くなるので大気中への NO_x の排出量が増大してしまう。従って最大 NO_x 吸収量 W_{max} に乗算する数値はあまり大きくすることは好ましくなく、この数値は1.3程度以下が好ましい。

【0062】ステップ176において判定レベルSATが算出されるとステップ177に進み、 NO_x 吸収量 W_{max} に1.0以下の正数値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値MAXが算出される。即ち、許容最大値MAXも NO_x 吸収剤18の劣化の度合いに応じて更新されることになる。次いでステップ178では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態に応じた空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ179ではtおよび ΣNOX が零とされる。

【0063】図20から図22に第2実施例を示す。図20に示されるように NO_x 吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリーンからリッチに切換えられ、 O_2 センサ22の電流値Iは1.付近まで急速に低下するが電流値Iが1.付近まで低下するのに要する時間はリッチに切換えられる前の空燃比 $(A/F)_{in}$ のリーンの度合いが大きいほど長くなる。この場合、電流値Iが1.付近まで低下するのに要する時間は NO_x 吸収剤18内に吸収されている NO_x 量に直接関係しない。従って NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量を正

確に検出するためには電流値 I が I_1 付近まで低下するのにかかる時間を経過時間 t に入れないことが好ましい。従ってこの第2実施例では電流値 I が I_1 よりもわずかに高い β に達したときから $I = \alpha$ となるまでの経過時間 t を求め、この経過時間 t から NO_x 吸収剤18の劣化の度合を算出するようにしている。

【0064】この第2実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ123において行われる劣化処理については図21に示すルーチンが用いられる。図21を参照するとまず初めにステップ200において補正係数 K が例えば1.3程度の一定値 KK とされる。次いでステップ201ではフィードバック補正係数 FAF が1.0に固定される。従って劣化判定が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ202では O_2 センサ22の電流値 I が設定値 β (図20)よりも低下したか否かが判別される。 $I < \beta$ になるとステップ203に進んで経過時間 t が1だけインクリメントされる。次いでステップ204では O_2 センサ22の電流値 I が設定値 α (図20)よりも低下したか否かが判別され、 $I < \alpha$ になるとステップ205に進む。

【0065】ステップ205では経過時間 t から図22(A)に基いて NO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。次いでステップ206では経過時間 t から図22(B)に基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} が算出される。次いでステップ207では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベル SAT が算出される。次いでステップ208では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値 MAX が算出される。次いでステップ209では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ210では t および ΣNO_x が零とされる。

【0066】図23から図26に第3実施例を示す。図23に示されるように NO_x 吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられ、次いで NO_x 吸収剤18に吸収されている全 NO_x の放出作用が完了すると空燃比 $(A/F)_{out}$ がリーンからリッチに変化する直前に電流値 I には電流値 I が急変する電流値急変点 P が表われる。この電流値急変点 P は NO_x 放出作用の完了点を表わしているので空燃比 $(A/F)_{in}$ がリーンからリッチに切換えられた後、電流値 I が電流値急変点 P に到達するまでの経過時間 t は NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量を表わしていることになる。また、この第3実施例においても NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量を正確に検出するために空燃比 $(A/F)_{in}$ がリーンからリッチに切換えられた後の一定時間 t_1 は経過時間 t に算入しないようにしている。

【0067】また、図23に示されるように電流値急変点 P においては空燃比 $(A/F)_{out}$ はまだリッチとなっており、従って電流値 I が電流値急変点 P に達したときに混合気の空燃比をリッチからリーンに切換えれば NO_x 吸収剤18から流出する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{out}$ を全くリッチにさせることなく NO_x 吸収剤18に吸収されている全 NO_x を放出することができる。即ち、電流値 I が電流値急変点 P に達したときに混合気の空燃比をリッチからリーンに切換えれば NO_x 吸収剤18からの全吸収 NO_x の放出作用を完了させることができ、しかも NO_x 吸収剤18から流出する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{out}$ がリッチとなることがないので多量の未燃 HC や CO が大気中に放出するのを阻止することができる。従ってこの第3実施例では電流値 I が電流値急変点 P に達したときに混合気の空燃比をリッチからリーンに切換えるようにしている。

【0068】この第3実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ124において行われる NO_x 放出処理については図24に示すルーチンが用いられ、図12のステップ123において行われる劣化処理については図25に示すルーチンが用いられる。 NO_x 放出処理を示す図24を参照するとまず初めにステップ300において補正係数 K が例えば1.3程度の一定値 KK とされる。次いでステップ301ではフィードバック補正係数 FAF が1.0に固定される。従って NO_x 放出処理が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ302では混合気の空燃比がリッチにされてから一定時間 t_1 (図23)が経過したか否かが判別される。一定時間 t_1 が経過するとステップ303に進んで前回の割込み時における電流値 I_1 から今回の割込み時における電流値 I に減算することによって電流値 I の変化率 $\Delta I (= I_1 - I)$ が算出される。次いでステップ304では電流値 I の変化率 ΔI が予め定められた設定値 X を越えたか否かが判別される。 $\Delta I > X$ になると、即ち電流値 I が電流値急変点 P に達するとステップ305に進んで NO_x 放出フラグがリセットされ、斯くして混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態により定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ306では ΣNO_x が零とされる。

【0069】次に第3実施例における劣化判定ルーチンについて図25を参照しつつ説明する。図25を参照するとまず初めにステップ310において補正係数 K が例えば1.3程度の一定値 KK とされる。次いでステップ311ではフィードバック補正係数 FAF が1.0に固定される。従って劣化判定が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ312では経過時間 t が1だけインクリメントされる。次いでステップ313では経過時間 t が一定時間 t_1 (図23)よりも大きくなったか否かが判別される。 $t \leq t_1$ のときにはス

ステップ322に進んで t が零とされる。これに対して $t > t_1$ になるとステップ314に進んで前回の割込み時における電流値 I_1 から今回の割込み時における電流値 I を減算することによって電流値 I の変化率 $\Delta I (= I_1 - I)$ が算出される。次いでステップ315では電流値 I の変化率 ΔI が予め定められた設定値 X を越えたか否かが判別される。 $\Delta I > X$ になると、即ち電流値 I が電流値急変点 P に達するとステップ316に進む。

【0070】ステップ316では経過時間 t から図26(A)に基いて NO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。次いでステップ317では経過時間 t から図26

(B)に基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} が算出される。次いでステップ318では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベル SAT が算出される。次いでステップ319では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値 MAX が算出される。次いでステップ320では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ321では t および ΣNO_x が零とされる。

【0071】図27から図29に第4実施例を示す。前述したように図27に示される如く電流値 I には電流値急変点 P が存在し、電流値 I は電流値急変点 P に達した後に零まで下降する。電流値 I が電流値急変点 P から下降するときの電流値 I の変化過程は NO_x 吸収剤18に含まれている金属の種類によって異なり、 NO_x 吸収剤18によっては図27に示されるように電流値 I が電流値急変点 P から下降するときの電流値 I の変化率は NO_x 吸収量が多いほど小さくなる。このような場合には電流値 I が電流値急変点 P から下降するときの電流値 I の変化率から最大 NO_x 吸収量を求めることができる。そこで第4実施例では電流値 I が I_1 から I_2 に変化するまでの経過時間 t から最大 NO_x 吸収量を求めるようにしている。

【0072】この第4実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ123において行われる劣化処理については図28に示すルーチンが用いられる。図28を参照するとまず初めにステップ400において補正係数 K が例えば1.3程度の一定値 KK とされる。次いでステップ401ではフィードバック補正係数 FAF が1.0に固定される。従って劣化判定が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ402では O_2 センサ22の電流値 I が設定値 I_1 （図27）よりも低下したか否かが判別される。 $I < I_1$ になるとステップ403に進んで経過時間 t が1だけインクリメントされる。次いでステップ404では O_2 センサ22の電流値 I が設定値 I_1 （図27）と等しくなったか否かが

判別され、 $I = I_1$ になるとステップ405に進む。

【0073】ステップ405では経過時間 t から図29(A)に基いて NO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。次いでステップ406では経過時間 t から図29(B)に基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} が算出される。次いでステップ407では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベル SAT が算出される。次いでステップ408では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値 MAX が算出される。次いでステップ409では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ410では t および ΣNO_x が零とされる。

【0074】図30から図32に第5実施例を示す。 NO_x 吸収剤18から NO_x が放出されている間、 O_2 センサ22の電流値 I が或る値に維持されることを考えると最大 NO_x 吸収量は図30においてハッチングの付された面積に比例するものと考えられる。この面積は電流値 I の変化過程において外乱等により電流値 I がスパイク状に変化したとしてもこのスパイク状の変化の影響をほとんど受けないので最大 NO_x 吸収量を正確に検出できることになる。そこでこの第5実施例では電流値 I を時間積分することによって図30においてハッチングで示される面積を求め、この面積、即ち電流値 I の積分値から最大 NO_x 吸収量を求めるようにしている。

【0075】この第5実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ123において行われる劣化処理については図31に示すルーチンが用いられる。図31を参照するとまず初めにステップ500において補正係数 K が例えば1.3程度の一定値 KK とされる。次いでステップ501ではフィードバック補正係数 FAF が1.0に固定される。従って劣化判定が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ502では O_2 センサ22の電流値 I が設定値 I_1 （図30）よりも低下したか否かが判別される。 $I < I_1$ になるとステップ503に進んで電流値 I と時間割込み間隔 Δt との乗算結果 $I \cdot \Delta t$ が積分値 S に加算される。次いでステップ504では O_2 センサ22の電流値 I が零になったか否かが判別され、 $I = 0$ になるとステップ505に進む。

【0076】ステップ505では積分値 S から図32(A)に基いて NO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。次いでステップ506では積分値 S から図32(B)に基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} が算出される。次いでステップ507では最大 NO_x 吸収量 W_{\dots} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベル SAT が算出される。次いでステッ

ブ508では最大 NO_x 吸収量 W_{max} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値MAXが算出される。次いでステップ509では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ510ではSおよび ΣNO_x が零とされる。

【0077】図33から図36に第6実施例を示す。 NO_x 吸収剤18から単位時間当りに放出される NO_x 量は NO_x 吸収剤18に流入する排気ガス中の未燃HC、COの流入に比例する。この場合、図4からわかるように排気ガス中の未燃HC、COの量は混合気の空燃比がリッチになればなるほど増大し、従って NO_x 吸収剤18から単位時間当り放出される NO_x 量は混合気の空燃比がリッチになるほど増大する。従って混合気の空燃比のリッチの度合を高くすると多量の NO_x が短時間のうちに NO_x 吸収剤18から放出されるために図33

(A)に示されるように O_2 センサ22の電流値Iが急速に零まで低下し、混合気の空燃比のリッチの度合いが低い場合には多量の NO_x が NO_x 吸収剤18から徐々に放出されるので図33(B)に示されるように O_2 センサ22の電流値Iが比較的ゆっくりと零まで低下する。

【0078】ところで NO_x 吸収剤18から NO_x を放出させることを目的として混合気の空燃比をリッチにした場合には図33(A)および(B)を比較すればわかるようにリッチの度合をできるだけ高くし、リッチとなる時間をできるだけ短くした方が燃料消費率が少なくてすむ。従って本発明による実施例では NO_x 吸収剤18から NO_x を放出させるときには図33(A)に示されるように混合気の空燃比のリッチの度合を高くし、リッチとなる時間を短くするようにしている。しかしながらこの場合には図33(A)に示されるように NO_x 吸収量が異なっても電流値Iの変化過程には小さな差しか生じない。従ってこのような状態で電流値Iの変化過程の差異から最大 NO_x 吸収量を求めると大きな誤差を生じることになる。

【0079】これに対してリッチの度合を低くすると図33(B)に示されるように NO_x 吸収量が異なれば電流値Iの変化過程に大きな差異を生じ、従って最大 NO_x 吸収量を正確に検出することができる。従ってこの第6実施例では NO_x 吸収剤18の劣化判断を行うときには図33(B)に示されるようにリッチの度合を小さくするようにしている。なお、このようにリッチの度合を小さくしたときにはリッチの度合が電流値Iの変化過程に大きな影響を与え、従ってこの場合にはリッチの度合を予め定められた度合に維持する必要がある。そこで第6実施例では O_2 センサ20の出力信号を用いてリッチの度合が予め定められた度合となるように空燃比をフィードバック制御するようにしている。次にこのフィードバック制御について説明する。

【0080】図34(A)は図14に示されるフィードバック制御ルーチンによって空燃比が理論空燃比に維持されている場合を示している。このとき実際の空燃比は理論空燃比14.6を中心として上下動し、斯くしてこのときには実際の空燃比の平均値は理論空燃比14.6となる。これに対して図34(B)はリッチ積分値 KIR' をリーン積分値 KIL' よりも大きくした場合を示している。この場合には実際の空燃比は全体としてリッチ側に片寄りつつ変動し、リッチである時間およびこの間のリッチの度合がリーンである時間およびこの間のリーンの度合よりも大きくなる。従ってこのときには空燃比の平均値は理論空燃比に対してすこしばかりリッチ側となる。

【0081】そこで第6実施例ではリッチ積分値 KIR' をリーン積分値 KIL' よりも大きくすることによって空燃比の平均値を理論空燃比に対してわずかにリッチ側にずらすようにしている。なお、空燃比の平均値を理論空燃比よりもすこしばかりリッチ側にするにはリッチスキップ値 RSR をリーンスキップ値 $RS L$ (図15)より大きくしてもよく、また最小値 TDR の絶対値を最大値 TDL (図15)より大きくしてもよい。

【0082】この第6実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ123において行われる劣化処理については図35および図36に示すルーチンが用いられる。図35および図36を参照するとまず初めにステップ600において O_2 センサ20の出力電圧Vが0.45(V)程度の基準電圧 V_r よりも小さいか否かが判別される。 $V \leq V_r$ のとき、即ち空燃比がリーンのときにはステップ601に進んでディレイカウント値 CDL が1だけディクリメントされる。次いでステップ602ではディレイカウント値 CDL が最小値 TDR よりも小さくなったか否かが判別され、 $CDL < TDR$ になったときにはステップ603に進んで CDL を TDR とした後ステップ607に進む。従って $V \leq V_r$ になるとディレイカウント値 CDL が徐々に減少せしめられ、次いで CDL は最小値 TDR に維持される。一方、ステップ600において $V > V_r$ であると判別されたとき、即ち空燃比がリッチのときにはステップ604に進んでディレイカウント値 CDL が1だけインクリメントされる。次いでステップ605ではディレイカウント値 CDL が最大値 TDL よりも大きくなったか否かが判別され、 $CDL > TDL$ になったときにはステップ606に進んで CDL を TDL とした後ステップ607に進む。従って $V > V_r$ になるとディレイカウント値 CDL が徐々に増大せしめられ、次いで CDL は最大値 TDL に維持される。

【0083】ステップ607では前回の処理サイクルから今回の処理サイクルの間のディレイカウント値 CDL の符号が正から負へ又は負から正へ反転したか否かが判別される。ディレイカウント値 CDL の符号が反転した

ときにはステップ608に進んで正から負への反転か否か、即ちリッチからリーンへの反転であるか否かが判別される。リッチからリーンへの反転のときにはステップ609に進んでフィードバック補正係数FAFにリッチスキップ値RSRが加算され、斯くしてFAFはリッチスキップ値RSRだけ急激に増大せしめられる。これに対してリーンからリッチへの反転のときにはステップ610に進んでFAFからリーンスキップ値RSLが減算され、斯くしてFAFはリーンスキップ値RSLだけ急激に減少せしめられる。

【0084】一方、ステップ607においてディレイカウント値CDLの符号が反転していないと判別されたときにはステップ611に進んでディレイカウント値CDLが負であるか否かが判別される。CDL ≤ 0 のときにはステップ612に進んでフィードバック補正係数FAFにリッチ積分値KIR' (KIR' > KIL') が加算され、斯くして図34 (B) に示されるようにFAFは比較的急速に増大せしめられる。一方、CDL > 0のときにはステップ613に進んでFAFからリーン積分値KIL' が減算され、斯くして図34 (B) に示されるようにFAFは比較的ゆっくりと減少せしめられる。次いでステップ614に進んで経過時間tが1だけインクリメントされる。次いでステップ615ではO₂ センサ22の電流値Iが設定値 α (図33) よりも低下したか否かが判別され、I < α になるとステップ616に進む。

【0085】ステップ616では経過時間tから図19 (A) に基いてNO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。次いでステップ617では経過時間tから図19

(B) に基いてNO_x 吸収剤18の最大NO_x 吸収量W_{max} が算出される。次いでステップ618では最大NO_x 吸収量W_{max} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベルSATが算出される。次いでステップ619では最大NO_x 吸収量W_{max} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値MAXが算出される。次いでステップ620では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ621ではIおよび Σ NO_xが零とされる。

【0086】図37から図40に第7実施例を示す。NO_x 吸収剤18からのNO_x 放出速度は機関の運転状態に応じて変化し、NO_x 吸収剤18の温度に応じて変化する。即ち混合気の空燃比のリッチの度合いが同じであっても吸入空気量が多いほど、即ち排気ガス量が多いほど単位時間当りNO_x 吸収剤18に流入する未燃HC、COの量が増大するためにNO_x 吸収剤18からのNO_x 放出速度が速くなる。従ってこのとき例えば第1実施例の図11に示されるような経過時間tを検出している場合にはこの経過時間tは吸入空気量が多くなるほど短か

くなる。また、NO_x 吸収剤18の温度が高くなるほど吸収剤中の硝酸イオンNO₃⁻が分解してNO₂ になりやすくなるのでNO_x 吸収剤18の温度が高くなるほどNO_x 吸収剤18からのNO_x 放出速度が速くなる。従ってこの場合にも経過時間tはNO_x 吸収剤18の温度が高くなるほど短くなる。

【0087】ところでNO_x 吸収剤18の最大NO_x 吸収量を正確に検出するためには吸入空気量やNO_x 吸収剤18の温度によって経過時間tが影響を受けないようにすることが好ましい。そこでこの第7実施例では吸入空気量やNO_x 吸収剤18の温度が変化しても経過時間tが変化しないように経過時間tに補正係数KQ、KTを乗算するようにしている。ここで補正係数KQは吸入空気量に関する係数であってこの補正係数KQは図37 (A) に示されるようにサージタンク10内の絶対圧PMが高くなるほど大きくなり、機関回転数Nが高くなるほど大きくなる。この補正係数KQはサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図37 (B) に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0088】一方、補正係数QTはNO_x 吸収剤18の温度に関する係数であってこの補正係数KTは図38

(A) に示されるようにNO_x 吸収剤18の温度Tが高くなるほど大きくなる。ここでNO_x 吸収剤18の温度Tは機関の運転状態により定まるので第7実施例においては機関の運転状態に応じて変化するNO_x 吸収剤18の温度Tを予め実験により求めておき、この実験により求められた温度Tがサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図38 (B) に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0089】この第7実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ123において行われる劣化処理については図39に示すルーチンが用いられる。図39を参照するとまず初めにステップ700において補正係数Kが例えば1.3程度の一定値KKとされる。次いでステップ701ではフィードバック補正係数FAFが1.0に固定される。従って劣化判定が開始されると混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ702では経過時間tが1だけインクリメントされる。次いでステップ703ではO₂ センサ22の電流値Iが設定値 α (図11) よりも低下したか否かが判別され、I < α になるとステップ704に進む。ステップ704では図37 (B) のマップから算出された補正係数KQ、および図38 (B) のマップから得られた温度Tを用いて図38 (A) のマップから算出された補正係数KTを経過時間tに乗算することによって最終的な経過時間t (= KQ · KT · t) が算出される。

【0090】次いでステップ705では最終的な経過時間tから図40 (A) に基いてNO_x 吸収剤18の劣化

度が算出される。次いでステップ706では最終的な経過時間 t から図40(B)に基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{max} が算出される。次いでステップ707では最大 NO_x 吸収量 W_{max} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベルSATが算出される。次いでステップ708では最大 NO_x 吸収量 W_{max} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値MAXが算出される。次いでステップ709では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ710では t および ΣNO_x が零とされる。

【0091】図41に第8実施例を示す。前述したように吸入空気量が多いと NO_x 吸収剤18からの NO_x 放出速度が速くなり、 NO_x 吸収剤18の温度が高くなると NO_x 吸収剤18からの NO_x 放出速度が速くなる。 NO_x 放出速度が速くなると NO_x 吸収剤18の NO_x 吸収量が異なっても電流値 I の変化過程に大きな差が生じなくなる。最大 NO_x 吸収量を正確に検出するには電流値 I の変化過程に大きな差を生じさせることが好ましく、そのためには吸入空気量が少なく、 NO_x 吸収剤18の温度が低いときに最大 NO_x 吸収量を検出することが好ましい。そこでこの第8実施例では図37

(B)に示されるマップおよび図38(B)に示されるマップを利用して吸入空気量が少なくかつ NO_x 吸収剤18の温度が低いときに NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量を検出するようにしている。

【0092】この第8実施例においても空燃比制御については図12および図13に示すルーチンが用いられるが図12のステップ123において行われる劣化処理については図41に示すルーチンが用いられる。図41を参照するとまず初めにステップ800において図37

(B)に示されるマップから算出された補正係数 KQ が予め定められた設定値 KQ_0 よりも小さいか否かが判別される。即ち、ステップ800では機関の運転状態が吸入空気量の少ない低速低負荷運転時であるか否かが判別される。 $KQ \geq KQ_0$ のときには図12のステップ103に進む。これに対して $KQ < KQ_0$ のときにはステップ801に進んで図38(B)に示すマップから算出された NO_x 吸収剤18の温度 T が予め定められた設定温度 T_0 よりも低いかが判別される。 $T \geq T_0$ のときには図12のステップ103に進む。これに対して $T < T_0$ のときにはステップ802に進む。

【0093】ステップ802では補正係数 K が例えば1.3程度の一定値 KK とされる。次いでステップ803ではフィードバック補正係数 F_{AF} が1.0に固定される。従ってこのとき混合気の空燃比がリッチとされる。次いでステップ804に進んで経過時間 t が1だけインクリメントされる。次いでステップ805では O_2

センサ22の電流値 I が設定値 α (図11)よりも低下したか否かが判別され、 $I < \alpha$ になるとステップ806に進む。

【0094】ステップ806では経過時間 t から図19(A)に基いて NO_x 吸収剤18の劣化度が算出される。次いでステップ807では経過時間 t から図19(B)に基いて NO_x 吸収剤18の最大 NO_x 吸収量 W_{max} が算出される。次いでステップ808では最大 NO_x 吸収量 W_{max} に一定値、例えば1.1を乗算することによって判定レベルSATが算出される。次いでステップ809では最大 NO_x 吸収量 W_{max} に一定値、例えば0.7を乗算することによって許容最大値MAXが算出される。次いでステップ810では劣化判定フラグがリセットされる。劣化判定フラグがリセットされると混合気の空燃比がリッチからそのときの運転状態で定まる空燃比に、通常はリーンに切換えられる。次いでステップ811では t および ΣNO_x が零とされる。

【0095】

【発明の効果】 NO_x 吸収剤の劣化の度合を正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関の全体図である。

【図2】基本燃料噴射時間のマップを示す図である。

【図3】補正係数 K を示す図である。

【図4】機関から排出される排気ガス中の未燃HC、COおよび酸素の濃度を概略的に示す線図である。

【図5】 NO_x の吸放出作用を説明するための図である。

【図6】 NO_x 吸収量 $\text{NO}_x A$ および NO_x 放出量 $\text{NO}_x D$ を示す図である。

【図7】 NO_x 放出量 $\text{NO}_x D$ を示す図である。

【図8】空燃比制御のタイムチャートである。

【図9】 O_2 センサの陽極と陰極間を流れる電流値を示す図である。

【図10】 O_2 センサの陽極と陰極間を流れる電流値の変化を示すタイムチャートである。

【図11】 O_2 センサの陽極と陰極間を流れる電流値の変化を示すタイムチャートである。

【図12】空燃比を制御するためのフローチャートである。

【図13】空燃比を制御するためのフローチャートである。

【図14】フィードバック制御Iを行うためのフローチャートである。

【図15】フィードバック補正係数 F_{AF} の変化を示すタイムチャートである。

【図16】フィードバック制御IIを行うためのフローチャートである。

【図17】 NO_x 放出処理を行うためのフローチャートである。

【図18】劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図19】NO_x 吸収剤の劣化度および最大NO_x 吸収量を示す図である。

【図20】第2実施例における劣化検出方法を説明するための電流値Iの変化を示すタイムチャートである。

【図21】第2実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図22】NO_x 吸収剤の劣化度と最大NO_x 吸収量を示す図である。

【図23】第3実施例における劣化検出方法を説明するための電流値Iの変化を示すタイムチャートである。

【図24】第3実施例においてNO_x 放出処理を行うためのフローチャートである。

【図25】第3実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図26】NO_x 吸収剤の劣化度と最大NO_x 吸収量を示す図である。

【図27】第4実施例における劣化検出方法を説明するための電流値Iの変化を示すタイムチャートである。

【図28】第4実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図29】NO_x 吸収剤の劣化度と最大NO_x 吸収量を示す図である。

【図30】第5実施例における劣化検出方法を説明する*

* ための電流値Iの変化を示すタイムチャートである。

【図31】第5実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図32】NO_x 吸収剤の劣化度と最大NO_x 吸収量を示す図である。

【図33】第6実施例における劣化検出方法を説明するための電流値Iの変化を示すタイムチャートである。

【図34】フィードバック補正係数の変化を示すタイムチャートである。

10 【図35】第6実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図36】第6実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図37】補正係数K_Qを示す図である。

【図38】補正係数K_Tを示す図である。

【図39】第7実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

【図40】NO_x 吸収剤の劣化度と最大NO_x 吸収量を示す図である。

20 【図41】第8実施例において劣化判定を行うためのフローチャートである。

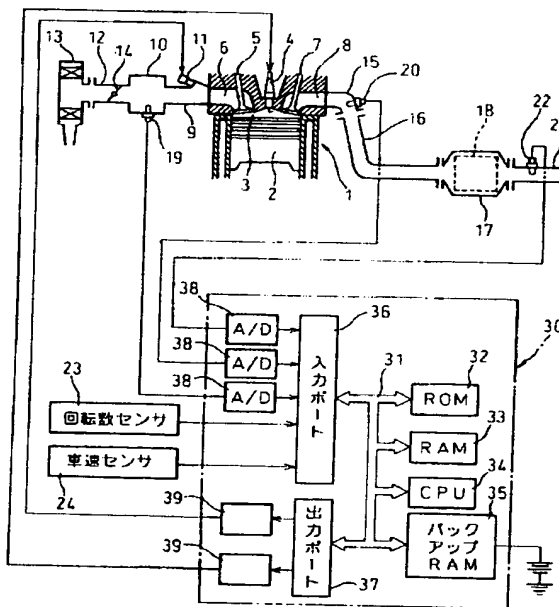
【符号の説明】

15…排気マニホルド

18…NO_x 吸収剤

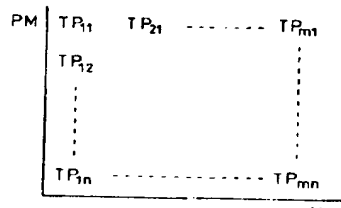
20、22…O₂ センサ

【図1】

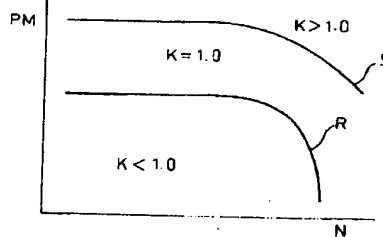


15…排気マニホルド
18…NO_x 吸収剤
20、22…O₂ センサ

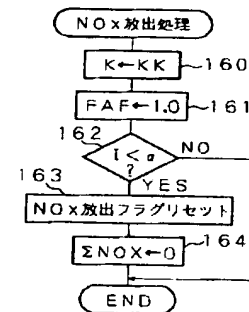
【図2】



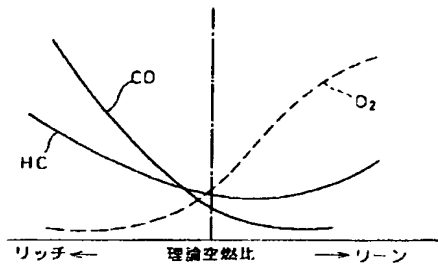
【図3】



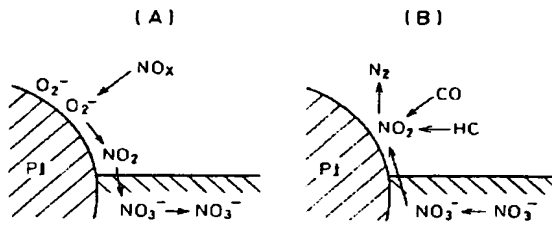
【図17】



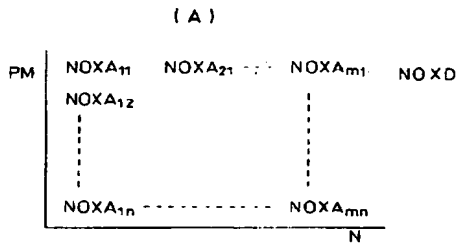
【図4】



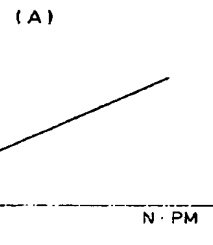
【図5】



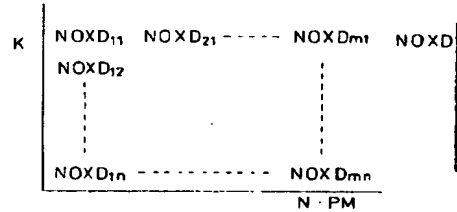
【図6】



【図7】



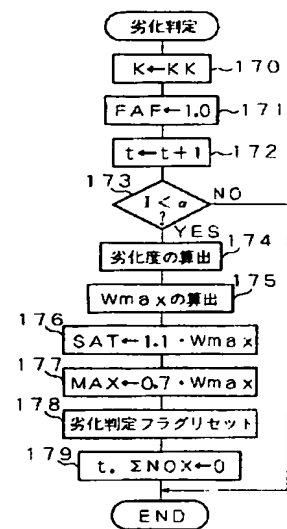
(B)



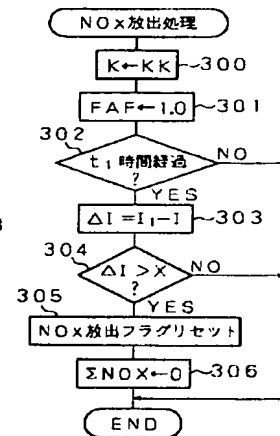
(B)

1.2 1.4 補正係数

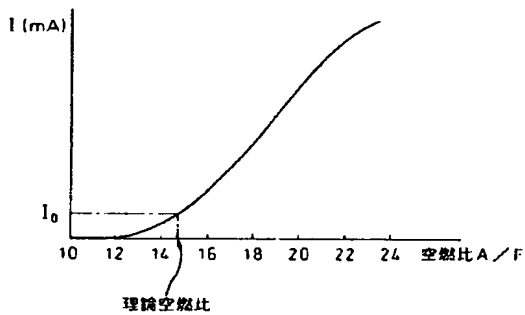
【図18】



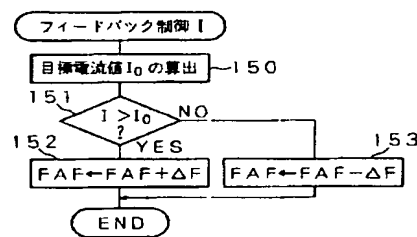
【図24】



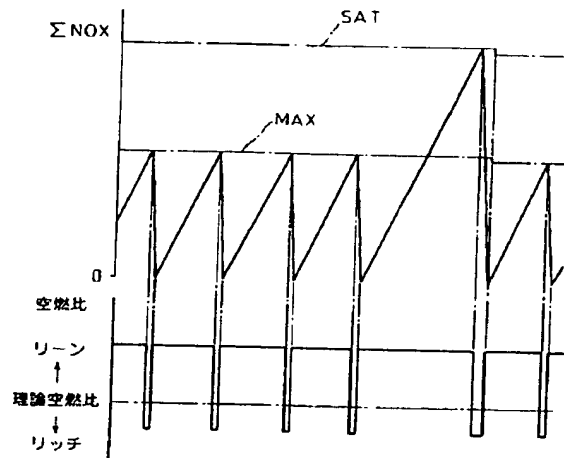
【図9】



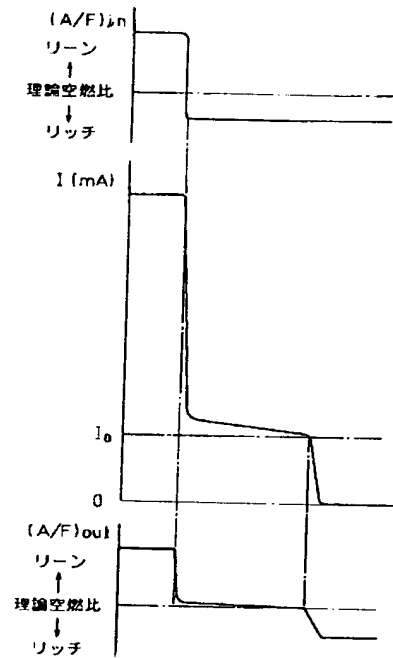
【図16】



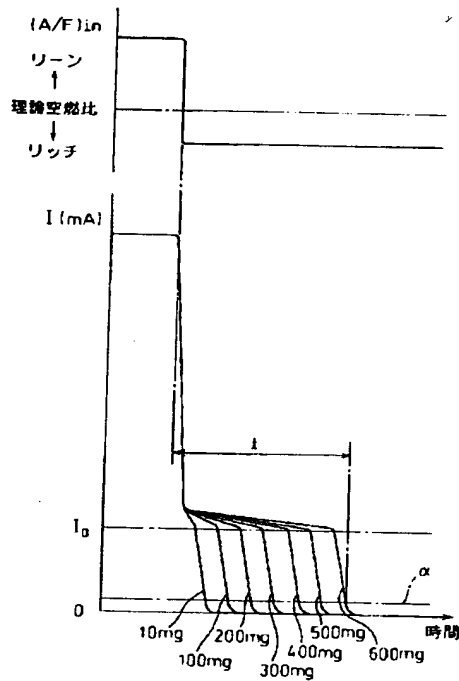
【図8】



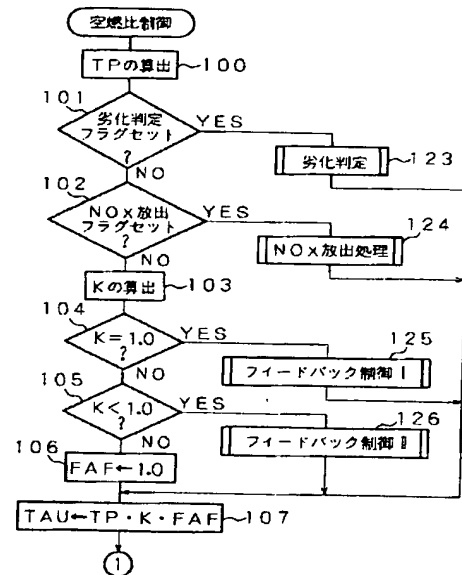
【図10】



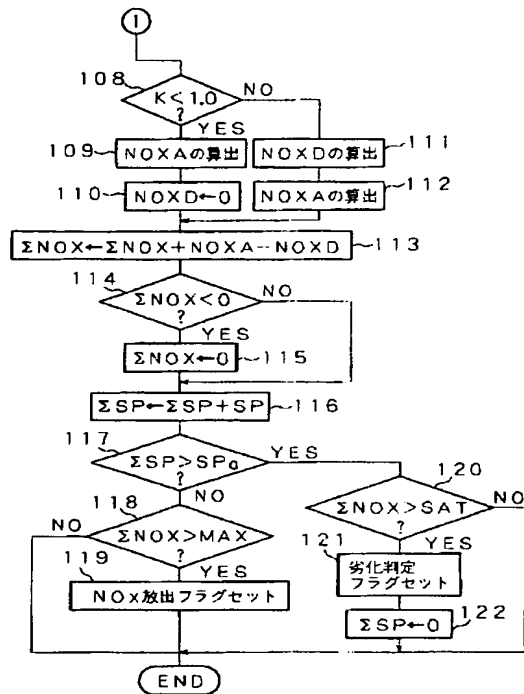
【図11】



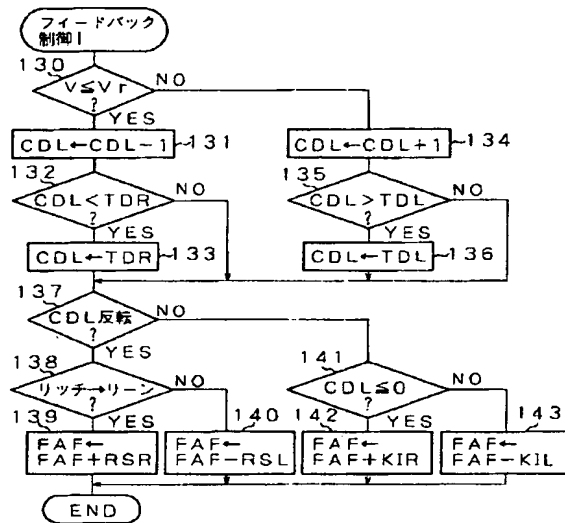
【図12】



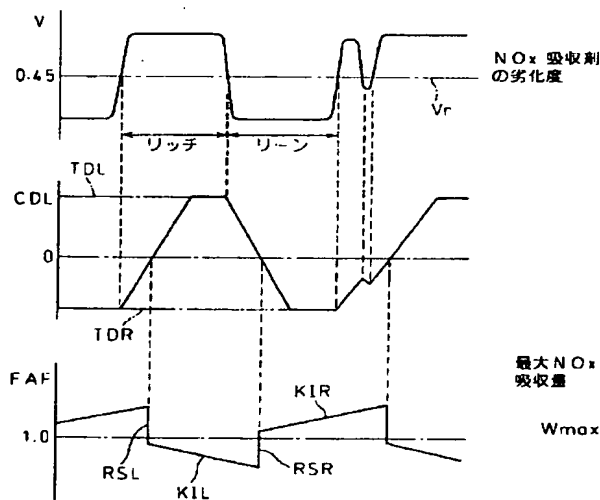
【図13】



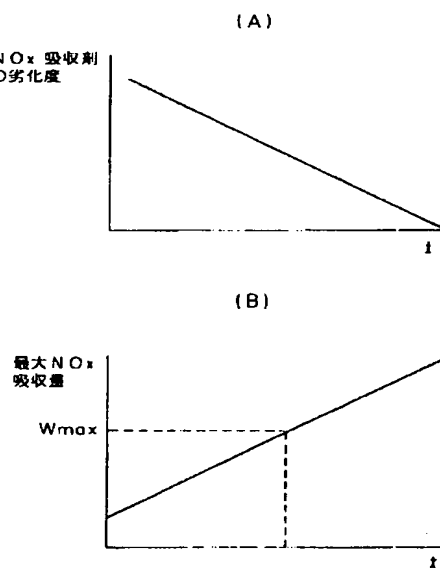
【図14】



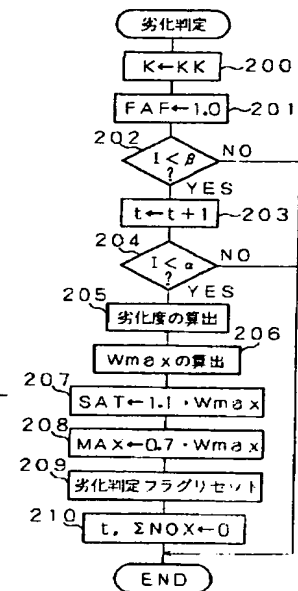
【図15】



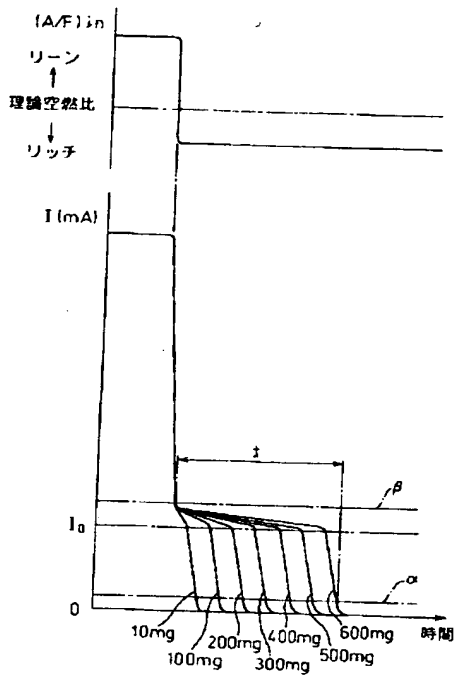
【図19】



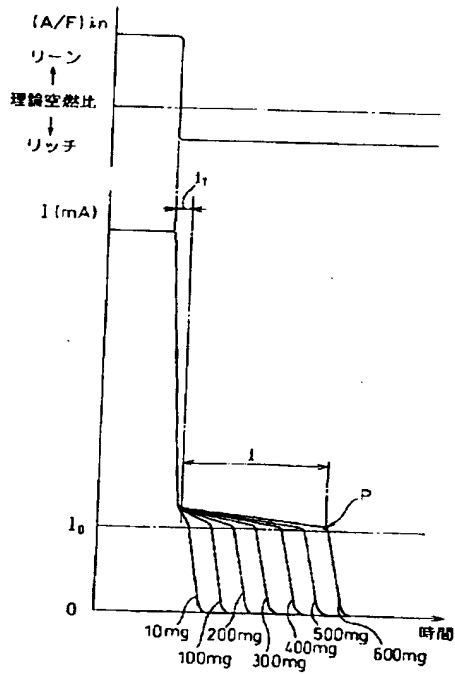
【図21】



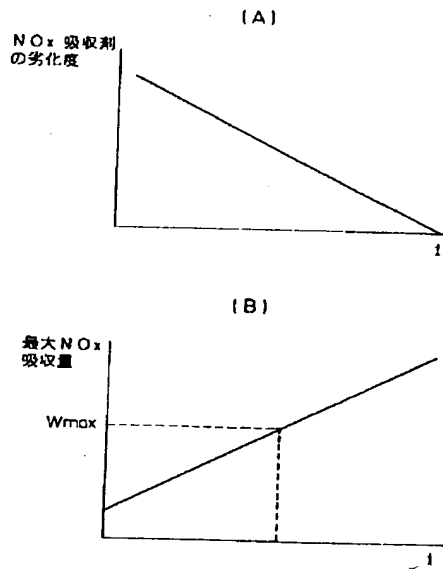
【図20】



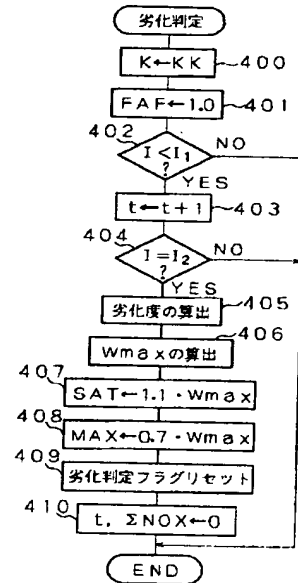
【図23】



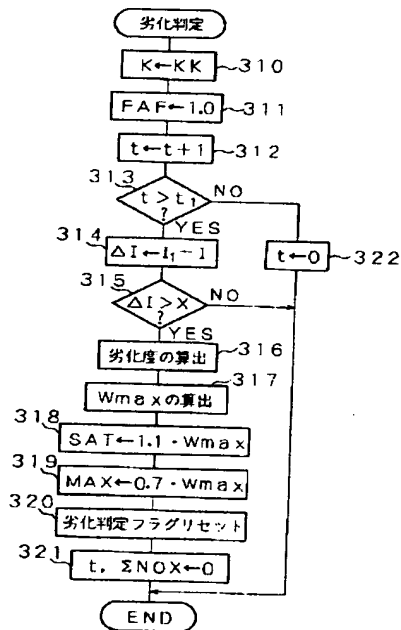
【図22】



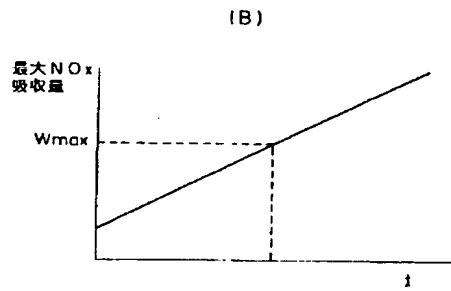
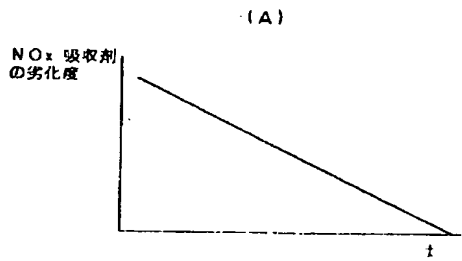
【図28】



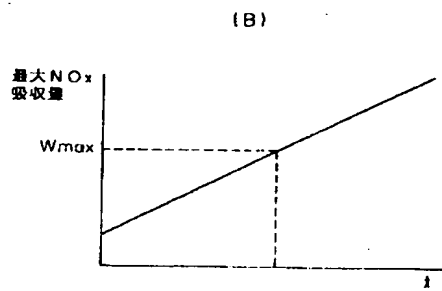
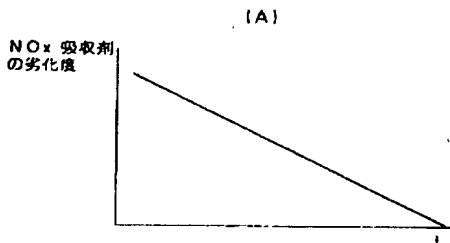
【図25】



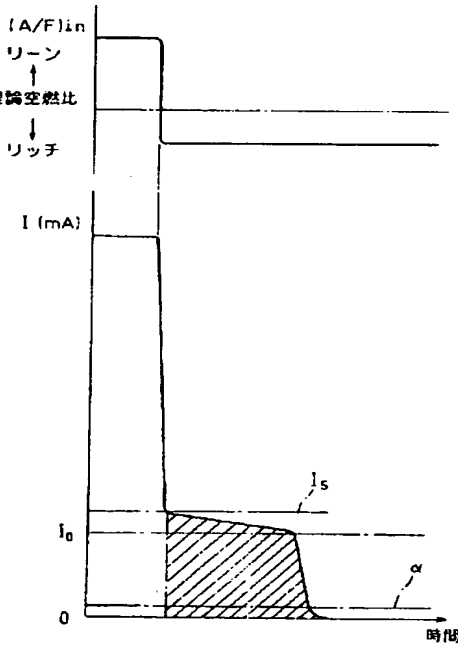
【図26】



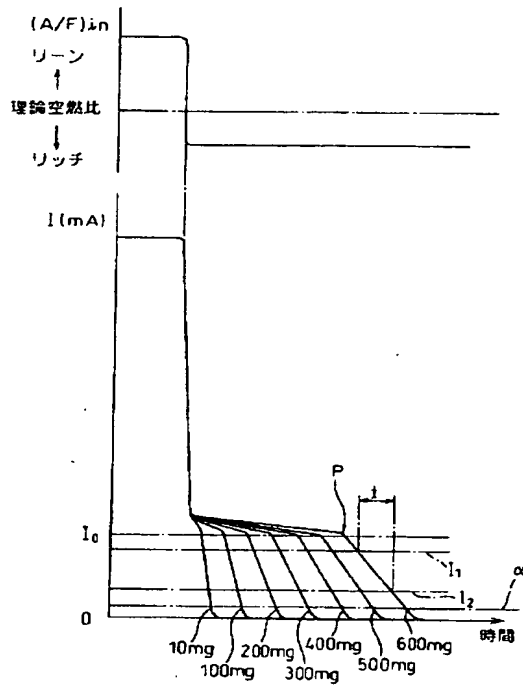
【図29】



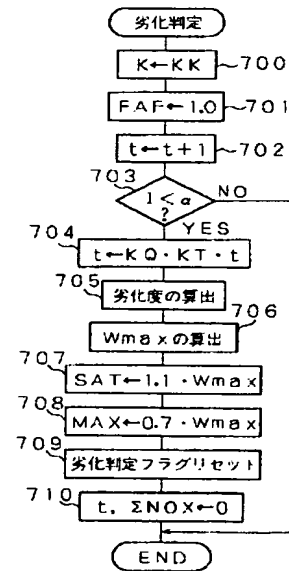
【図30】



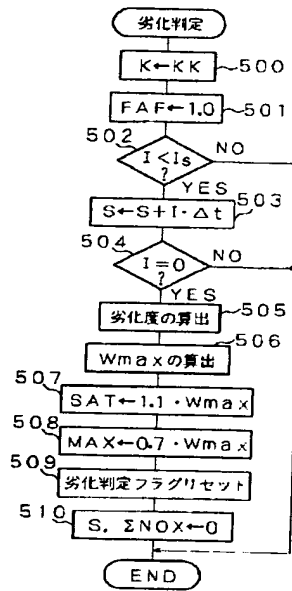
【図27】



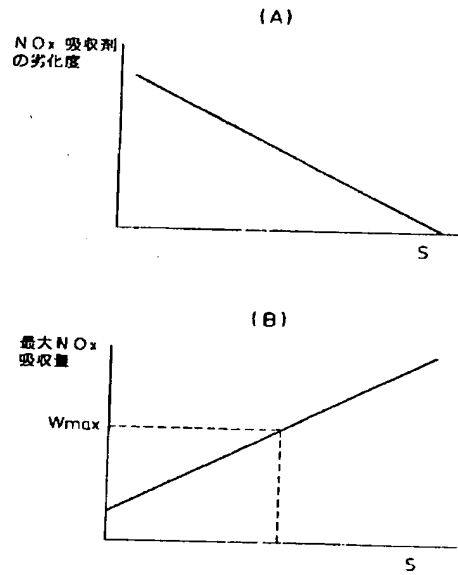
【図39】



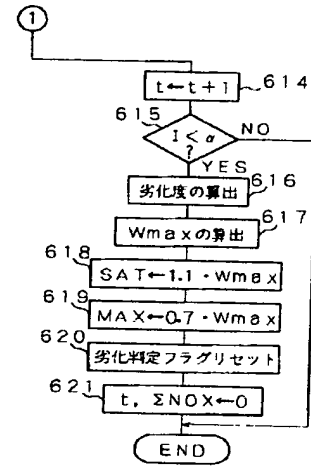
【図31】



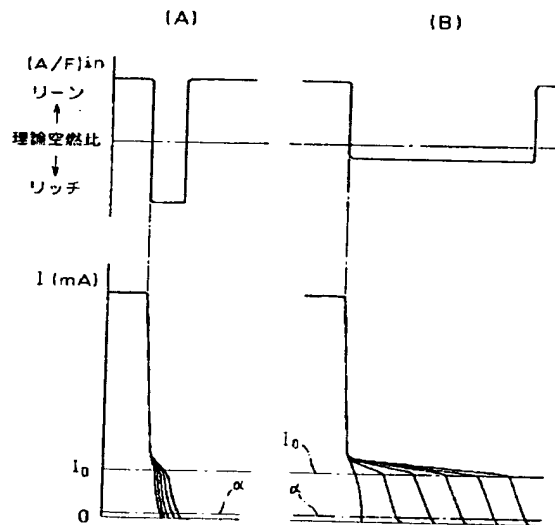
【図32】



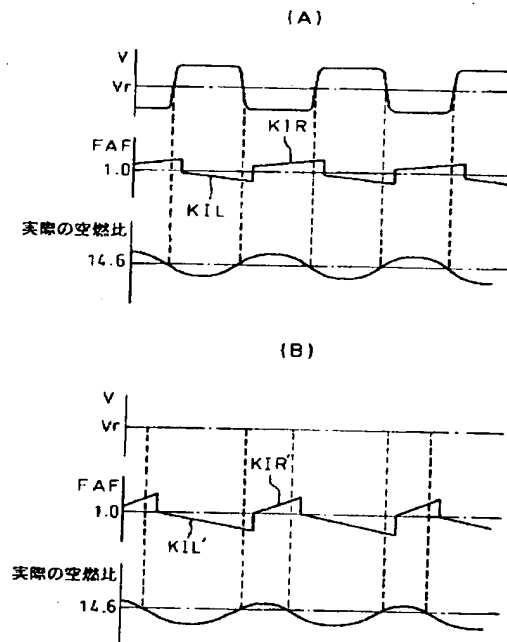
【図36】



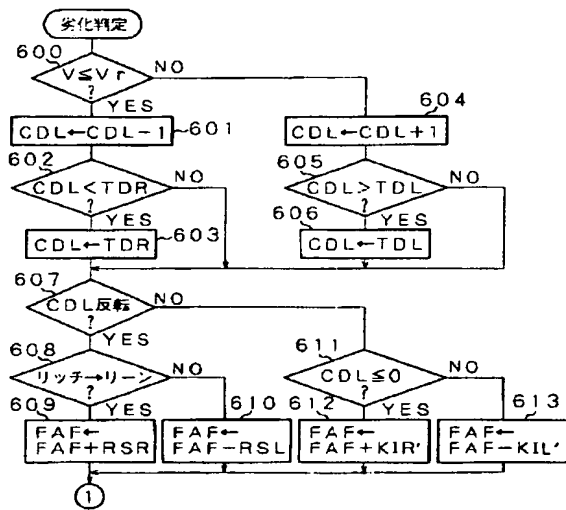
【図33】



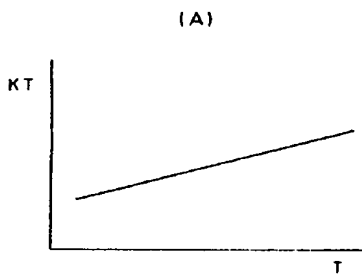
【図34】



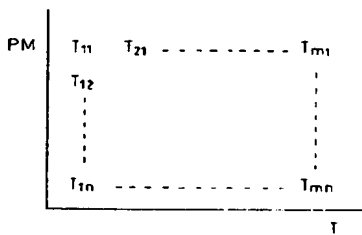
【図35】



【図38】

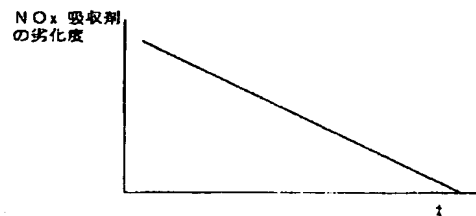


(B)

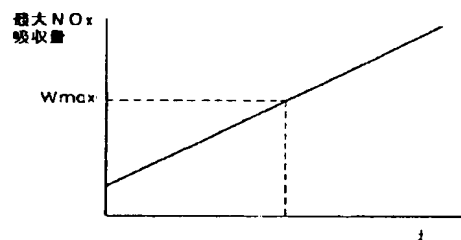


【図40】

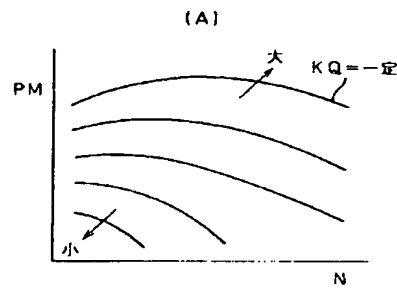
(A)



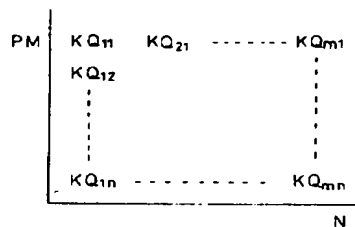
(B)



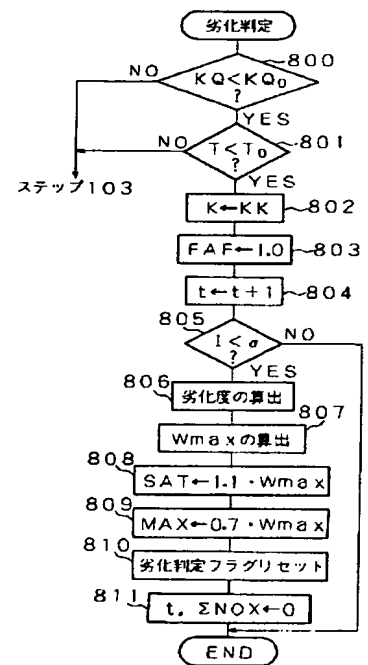
【図37】



(B)



【図41】



(24)

特開平8-232644

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

F 0 1 N 3/24

F 0 2 D 41/04

識別記号

Z A B

3 0 5

庁内整理番号

F I

F 0 1 N 3/24

F 0 2 D 41/04

技術表示箇所

Z A B R

3 0 5 Z

(72)発明者 井口 哲

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内